



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013118768/02, 23.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.04.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.04.2013

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2014 Бюл. № 30

(45) Опубликовано: 10.02.2015 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: (см. прод.)

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Отдел интеллектуальной собственности, Марк
Т.В.

(72) Автор(ы):

Лобанов Владимир Геннадьевич (RU),
Набиуллин Фарит Миннихметович (RU),
Начаров Владимир Борисович (RU),
Филонов Николай Александрович (RU),
Маковская Ольга Юрьевна (RU),
Тимофеев Евгений Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Уральский
федеральный университет Имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина" (RU),
Общество с ограниченной ответственностью
ООО "БЕРЕЗОВСКИЙ РУДНИК" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ТЕЛЛУРИСТЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии цветных и благородных металлов, в частности к способу извлечения золота из теллуристых руд и концентратов. Исходное сырье обрабатывают раствором, содержащим 1-10 г/л сульфата натрия, 0,1-1 мг/л растворенного кислорода, при pH=10-11. После обработки кек отделяют от раствора

и подвергают цианированию. Отделенный от кек раствор возвращают для обработки новой порции сырья в растворе сульфата натрия. Техническим результатом является повышение скорости растворения золота при цианировании на 20-30% за счет разрушения прочной связи между золотом и теллуридом. 1 з.п. ф-лы, 1 табл., 1 пр.

(56) (продолжение):

Техника и технология извлечения золота за рубежом, под ред. В.В.Лодейщикова, М., Металлургия, 1973, с.156 RU 2275437 C1 (ЗАО «ЗК «ПОЛЮС»), 27.04.2006 RU 2210608 C2 (ЧУЧАЛИН Л.К.), 20.08.2003 US 6461577 A (BOLIDEN MINERAL AB), 08.10.2002 JP 58009942 A (UNIV CARDIFF), 20.01.1983 US 5332559 A (NEWMONT GOLD CO, NEWMONT MINING CORP) 26.07.1994 WO 01/66811 A1 (LAKEFIELD RES LTD, FLEMING CHRISTOPHER A), 13.09.2001



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 541 236** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
C22B 11/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013118768/02, 23.04.2013**

(24) Effective date for property rights:
23.04.2013

Priority:

(22) Date of filing: **23.04.2013**

(43) Application published: **27.10.2014** Bull. № 30

(45) Date of publication: **10.02.2015** Bull. № 4

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Otdel
intellektual'noj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Lobanov Vladimir Gennad'evich (RU),
Nabiullin Farit Minniakhmetovich (RU),
Nacharov Vladimir Borisovich (RU),
Filonov Nikolaj Aleksandrovich (RU),
Makovskaja Ol'ga Jur'evna (RU),
Timofeev Evgenij Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet Imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
OOO "BEREZOVSKIJ RUDNIK" (RU)**

(54) **METHOD TO EXTRACT GOLD FROM TELLURIDE ORES AND CONCENTRATES**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of metallurgy of non-ferrous and noble metals, in particular, to the method to extract gold from telluride ores and concentrates. Initial raw materials are treated with a solution containing 1-10 g/l of sodium sulphite, 0.1-1 mg/l of dissolved oxygen, at pH=10-11. After treatment the cake is separated from the solution and

exposed to cyanidation. Solution separated from the cake is returned to treat new portion of raw materials in sodium sulphite solution.

EFFECT: increased speed of gold dissolution during cyanidation by 20-30% due to damage of strong connection between gold and tellurium.

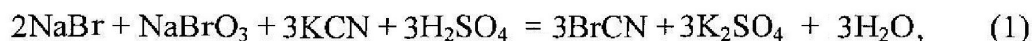
2 cl, 1 tbl, 1 ex

Изобретение относится к гидрометаллургии цветных и благородных металлов, в том числе к выщелачиванию цветных металлов из минерального сырья. Изобретение может быть использовано для цианистого выщелачивания золота из упорного сырья, в частности из теллуристых руд и концентратов.

Цианистое выщелачивание является основным технологическим способом извлечения золота из минерального сырья. Селективность действия цианистых растворов, возможность использования при цианировании аппаратуры из обычного железа, технологическая устойчивость цианидов и возможность использования этого реагента в обороте сделали цианирование бесконкурентным в переработке большинства типов коренных руд и концентратов. Вместе с тем большую долю минерального золотосодержащего сырья составляют руды и концентраты, технико-экономические показатели цианирования которых неудовлетворительны. В частности большую проблему представляет извлечение золота и серебра из руд, в которых эти металлы находятся в соединении с теллуридом. Содержание теллура в подобных рудах обычно невелико, но достаточно для того, чтобы заметно осложнить процесс выщелачивания. Минерал калаверит AuTe_2 , наиболее распространенное минеральное соединение золота, в цианидах растворяется крайне медленно / 1. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.Г. и др. *Металлургия благородных металлов.* - М.: Металлургия, 1987, 366 с./.

Для извлечения золота из теллуристых руд на практике используют плавку на свинцовый или медный коллектор. При невозможности плавки теллуристые руды цианируют в особых режимах. Альтернативой плавке является обжиг теллуристых и цианирование огарка.

Непосредственное цианистое выщелачивание золота из теллуристых руд протекает медленно. Хорошо изученным и практически освоенным методом интенсификации цианистого процесса является так называемое бромацианирование, обеспечивающее высокую скорость растворения благородных металлов. В данном случае вместо обычных цианистых растворов используют смесь реагентов: цианистого натрия, бромата натрия, бромистого натрия и серной кислоты, растворенных в соответствующих пропорциях в воде. В результате взаимодействия между указанными компонентами образуется бромистый циан:



обладающий одновременно и растворяющим, и окислительным действием по отношению к благородным металлам и их химическим соединениям. Растворение золота в бромацианистом растворе идет согласно следующему уравнению:



Данный способ /2. Техника и технология извлечения золота из руд за рубежом./Под ред. В.В. Лодейщикова. М., Металлургия, 1973, с.156/, выбранный прототипом, обеспечивает скорость растворения золота существенно выше, чем при использовании обычных растворов цианидов калия, натрия и кальция. Недостатком прототипа являются высокие затраты на дорогие бромсодержащие реагенты и неустойчивость рабочих растворов.

Задача данного изобретения заключается в повышении скорости цианистого выщелачивания золота из теллуристых руд и концентратов, сокращении затрат на реагенты, а планируемый технический результат выражается в химическом разложении теллурида золота перед цианированием.

Поставленные задачи достигаются при использовании способа извлечения золота из теллуристых руд и концентратов, включающего цианистое выщелачивание,

отличающегося тем, что перед цианистым выщелачиванием проводят восстановительную обработку исходного сырья раствором, содержащим сульфит натрия в качестве восстановителя, с последующим отделением раствора от кека, который подвергают цианистому выщелачиванию.

В частном случае исходную руду или концентрат перемешивают в растворе, содержащем 1-10 г/л сульфита натрия, 0,1-1 мг/л растворенного кислорода при pH=10-11, кек отделяют и подвергают цианистому выщелачиванию, а раствор возвращают для обработки новой порции сырья.

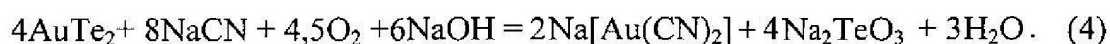
Известные методы цианистого выщелачивания благородных металлов из руд основаны на их окислении кислородом, растворенном в цианистом растворе (5-9 мг/л при температуре 20°C) и образовании устойчивых комплексных соединений с цианионом:



Константа скорости данной реакции по данным /3. Каковский И.А., Набойченко С.С. Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов. - Алма-Ата: Наука, 1986 / равна $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ моль}^{-0,5} \text{ дм}^{1,5} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$.

При выщелачивании природных соединений благородных металлов механизм иной. Металлы в этих соединениях уже окислены и для перевода в раствор необходимо

окислить анионы. Другими словами, при выщелачивании теллурида золота анион Te^{2-} окисляется с образованием TeO_3^{2-} . С циан-ионом золото образует комплекс

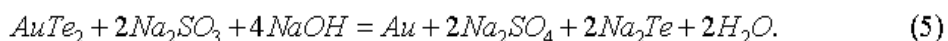


Кинетика цианирования теллурида золота определяется скоростью окисления теллурид-иона. По результатам многочисленных исследований константа скорости этой реакции значительно меньше константы скорости растворения металлического золота. В частности, в работе /3/ указывается, что эта константа на два порядка меньше, чем для реакции (3). Данный фактор и объясняет сложности цианирования теллуристых руд.

Характерным свойством благородных металлов, а золота в максимальной степени, является их высокое сродство к электрону. Термодинамическими расчетами показано и практикой подтверждено, что из всех без исключения синтетических и природных труднорастворимых соединений, в которых золото находится в виде катионов Au (I) или Au (III), золото может быть восстановлено до элементного металлического состояния многими восстановителями.

Теллурид золота является типичным труднорастворимым соединением. На практике и, в частности, в способе прототипа при переработке теллуристых руд проводят окислительное выщелачивание (реакция 4). В настоящем изобретении предложено перед цианированием проводить восстановительную обработку, целью которой является разрушение прочной связи между золотом и теллуrom. Из числа наиболее доступных восстановителей рекомендуется использовать сульфит натрия. В растворе Na_2SO_3 концентрация растворенного кислорода, обуславливающего протекание выщелачивания в окислительном режиме по реакции (4), снижается до величины 0,1-1,0 мг/л. Другими словами, введение в раствор сульфита натрия снижает окислительный потенциал и создает условия для восстановительной обработки.

Термодинамически более благоприятные условия для перевода теллура в раствор достигаются в щелочном растворе:



Исследования показали, что процесс по указанной реакции не осложняется образованием промежуточных продуктов и пленок, пассивирующих поверхность растворяемых частиц теллурида золота. Скорость восстановительного выщелачивания теллура на несколько порядков выше, чем скорость окислительного выщелачивания. В результате восстановительной обработки частицы теллурида золота превращаются в субатомные структуры металлического золота. Последующее растворение такого золота в цианистом растворе протекает чрезвычайно быстро. Суммарная требуемая продолжительность восстановительной обработки сырья и последующего цианирования с полным переводом золота в раствор резко возрастает, адекватно возрастает скорость производственного процесса.

В качестве восстанавливающего реагента помимо сульфита натрия на практике можно использовать тиосульфат натрия, гидразин и некоторые органические соединения. Выбор определяется минимизацией затрат. Режимы восстановительной обработки подчинены цели достижения максимального извлечения золота в раствор при цианировании сырья на последующей стадии. Продолжительность восстановительной обработки, обеспечивающая максимально возможное разложение теллурида золота, зависит от свойств перерабатываемого сырья и определяется экспериментально. При использовании сульфита натрия в качестве восстанавливающего реагента его концентрация по данным опытов должна быть не меньше 1 г/л. При увеличении концентрации сульфита большей 10 г/л положительного эффекта не наблюдается.

Предлагаемый способ выщелачивания включает две разнонаправленные стадии. На первой проводят восстановительную обработку, при этом минимизируют окислительный потенциал системы, в частности, ограничивая поступление кислорода в пульпу и снижая его концентрацию в жидкой фазе до 1 мг/л. На последующей стадии цианирования необходимо максимально повысить окислительный потенциал системы. Поскольку восстанавливающий реагент - избыточный сульфит натрия - препятствует этому, после восстановительной обработки раствор отделяют декантацией или фильтрованием от руды (концентрата) и после подкрепления сульфитом используют повторно для новых порций сырья. Для выщелачивания золота руду (концентрат) перемешивают в отдельном цианистом растворе при интенсивной аэрации и содержании кислорода в растворе 5-9 мг/л.

Примером реализации заявляемого способа служат результаты следующих опытов. Флотационный концентрат березовского рудника (Урал) крупностью - 0,4 мм содержал 38 г/т золота. Рентгено-фазовым анализом в концентрате идентифицировали природный теллурид золота AuTe_2 . Специальными исследованиями установлено, что на долю этого соединения приходится ориентировочно 5-10 г/т золота. Выщелачивание проводили в лабораторных реакторах объемом 5 л с механическим перемешиванием. Конструкция реакторов позволяла их герметизировать и ограничивать поступление кислорода в раствор. Масса навесок в опытах составляла 1 кг. Плотность пульпы на обеих стадиях обработки составляла Ж:Т=3:1.

На первой стадии концентрат подвергали восстановительной обработке в растворе сульфита натрия. Щелочную среду обеспечивали добавкой щелочи NaOH. Реактор герметизировали и перемешивали пульпу в течение 1 часа. С помощью специального индикаторного электрода оценивали в пульпе содержание растворенного кислорода. По истечении заданного времени пульпу фильтровали. Кек вновь загружали в реактор и выщелачивали золото цианистым раствором (2 г/л) в течение 5 часов, после чего в растворе определяли содержание золота. Фильтрат восстановительной обработки

после подкрепления необходимыми реагентами до заданных значений использовали для обработки новых порций концентрата.

Для сравнения проводили цианирование концентрата по способу-прототипу в одну стадию при указанных параметрах с добавкой в пульпу бромистого натрия в количестве 5 г/л и также после анализа растворов рассчитывали скорость растворения золота.

Результаты приведены в таблице.

№ опыта	Концентрация сульфита натрия при восстановительной обработке, г/л	Содержание кислорода в пульпе при восстановительной обработке, мг/л	рН раствора при восстановительной обработке	Содержание золота в растворе по завершении цианирования, мг/л
Предлагаемый способ				
1	0,5	4	9,5	7,7
2	1	0,9	10	10,4
3	5	0,7	10,5	12,2
4	10	0,3	11	12,4
5	12	0,2	11,5	12,1
Способ-прототип				
6	-	-	10,5	7,5

Сопоставительный анализ известных технических решений, в том числе способа, выбранного в качестве прототипа, и предполагаемого изобретения позволяет сделать вывод, что именно совокупность заявленных признаков обеспечивает достижение усматриваемого технического результата. Реализация предложенного технического решения за счет восстановительной обработки концентрата, содержащего теллурид золота, в рекомендованных режимах дает возможность повысить скорость растворения золота при цианировании на 20-30% по сравнению со способом-прототипом.

Формула изобретения

1. Способ извлечения золота из теллуристых руд и концентратов, включающий цианистое выщелачивание, отличающийся тем, что перед цианистым выщелачиванием проводят восстановительную обработку исходного сырья раствором, содержащим сульфит натрия в качестве восстановителя, с последующим отделением раствора от кека, который подвергают цианистому выщелачиванию.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что восстановительную обработку исходного сырья ведут при перемешивании в растворе, содержащем 1-10 г/л сульфита натрия и 0,1-1,0 мг/л растворенного кислорода, при рН=10-11, а отделенный от кека раствор возвращают для обработки новой порции сырья.